

УДК 631.4+591.5+631.4:574

Т. А. Замесова

Днепропетровский национальный университет

РОЮЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Було проведено дослідження по визначенню впливу роючої діяльності мишоподібних гризунів на протеолітичну активність ґрунту за природних умов. Також було показано, що за умов забруднення ґрунтів важкими металами, в місцях порів тварин рівень протеолітичної активності вищий за аналогічний показник контрольної ділянки.

The research for rodents (mice) burrowing activity finding on the soil proteolytic one was made in the natural environment. It was shown that under conditions of heavy metals pollutions the proteolytic activity level within burrows was higher than the control one

Почвы характеризуются высокой чувствительностью к неблагоприятным факторам, о чем свидетельствует весь опыт мирового лесного и сельского хозяйства, а также масштабные воздействия техногенных факторов, способных изменить биогеохимический процесс, который обуславливает их деградацию. В последнее время наблюдаются угрожающие масштабы загрязнения почв тяжелыми металлами, которые в значительном количестве токсичны для всего живого, т.к. не разлагаются в окружающей среде и накапливаются в тканях живых организмов. Попадая в окружающую среду, они мигрируют в цепи почва – вода – растения – животные – человек, при этом на растения, животных, микроорганизмы и человека они оказывают токсическое действие, которое выражается в возникновении пагубных мутаций и разного рода заболеваний, способных приводить к летальному исходу [1; 3; 7].

Одним из важных факторов уровня ферментативной активности являются физическое состояние и гидрологический режим почв [4]. Известно, что микроорганизмы довольно требовательны к влаге и температуре. Более или менее интенсивное их развитие происходит лишь в достаточно увлажненной почве [2]. В данном контексте фактором, способствующим сохранению и перераспределению влаги в почве, выступает роющая деятельность животных, посредством которой осуществляется связь ферментативной активности с физическими факторами почв.

Чтобы показать степень воздействия роющей деятельности мышевидных грызунов (мышь лесная, мышь полевая, мышь желтогорлая, рыжая полевка, обыкновенная полевка) на изменение физико-химических свойств почвы, определялась ее протеолитическая активность в местах пороев животных и на контрольных, нетронутых почвороем, участках. Значения протеолитической активности выступали показателями изменений протекающих в почве процессов. Протеолитическая активность почвы определялась аппликационным методом [5] по почвенному профилю 0–10, 10–20 и 20–30 см. Для моделирования техногенного загрязнения цинком были заложены экспериментальные участки. Элемент вносили в виде раствора $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ в бидистиллированной воде. Были внесены следующие концентрации: 1,15 г/м², что соответствует 1 ПДК, 5,75 г/м², что соответствует 5 ПДК, 11,5 г/м², что соответствует 10 ПДК. Во избежание загрязнения окружающих слоев почвы цинком, были использованы изолированные

почвенные блоки — по периметру площадки в почву вертикально помещали пластины из инертного непроницаемого материала. Все исследования проводились одновременно в сравнительном аспекте относительно контроля (идентичные участки, которые не подвергались загрязнению). Пробы отбирались через 1, 3 и 12 месяцев после внесения поллютантов в почву экспериментальных участков.

В пойменной дубраве на верхнем почвенном горизонте 0–10 см величина протеолитической активности почвы составляет 63,5% (активность приводится в процентах из расчета, что 100% – это полное разрушение желатинового слоя экспериментальной фотобумаги протеолитическими микроорганизмами), на горизонте 10–20 см – 59,0% и на горизонте 20–30 см – 47,83%. Это связано с тем, что по мере углубления численность микроорганизмов заметно уменьшается. Это, очевидно, является результатом худшего проникновения в более глубокие слои почвы кислорода воздуха, а также того, что органическое вещество (опад, подстилка, мертвое растительное и животное вещество), являющееся субстратом для микроорганизмов, сосредоточено в верхних слоях почвы.

Роющая деятельность млекопитающих оказывает мощное механическое воздействие на почву, в результате чего происходит изменение физических и химических ее свойств, термического и гидрологического режима. Млекопитающие роют свои ходы, что ведет к образованию в почве воздушных камер. Важнейший и наиболее специфичный эффект роющей деятельности заключается в перераспределении воды в почве, что осуществляется, прежде всего, под влиянием нор животных. Норы пронизывают верхние слои почвы и открывают доступ воде в нижние горизонты. Это выражается в увеличении водопроницаемости и запаса почвенной влаги. Большое значение имеет также перемещение подстилки и верхнего гумусового горизонта в более глубокие слои. Так, в местах пороев мышевидных грызунов наблюдается значительное увеличение протеолитической активности почвы. Причем, показатели ее сравнительно одинаковы по всем трем почвенным горизонтам. Наибольший уровень протеолитической активности в почвенных выбросах животных и составляет 89,7%. На верхнем и среднем горизонтах протеолитическая активность на пороях превышает аналогичные контрольные показатели на 10%, а на нижнем почвенном горизонте – почти в 2 раза. И, как результат роющей деятельности, на нижнем горизонте наблюдается более высокий уровень протеолитической активности, чем на предыдущем. Что и объясняется перечисленными выше положительными сторонами роющей деятельности.

Через 3 месяца наблюдается постепенное снижение уровня протеолитической активности почвы по почвенному профилю сверху вниз. Если сравнивать с аналогичным контрольным показателем активности, то в местах пороев на горизонте 0–10 см она выше контрольного показателя в 1,22 раза, на горизонте 10–20 см – в 1,32 раза, а на горизонте 20–30 см – в 1,14 раза. Как видим, с течением времени эффект свежего пороя сглаживается и на нижнем почвенном горизонте активность ниже, чем на предыдущем.

Такая же картина наблюдается и через 12 месяцев существования пороя. По горизонтам сверху вниз протеолитическая активность почвы имеет следующие значения: 5,09; 4,72 и 4,45%. На контрольном участке также наблюдается постепенное снижение уровня активности к нижнему почвенному горизонту. Итак, мы видим, что в местах пороев мышевидных грызунов протеолитическая активность почвы выше контрольных показателей, причем, максимальна эта разница для свежих пороев, а по мере их старения она несколько сглаживается.

Поступление в почву цинка оказывает достаточно сильное ингибирующее действие на протеолитическую активность почвы. При 1 ПДК она меньше контрольного показателя (показатель протеолитической активности незараженной почвы) на почвенном горизонте 0–10 см в 1,79 раза, на горизонте 10–20 см – в 1,57 раза и на горизонте 20–30 см – в 1,18 раза. Здесь также наблюдается снижение уровня протеолитической активности от нижнего почвенного горизонта к верхнему. Для почвы, зараженной цинком концентрацией в 5 ПДК, также характерно снижение активности по почвенному профилю снизу вверх. Относительно контроля она была меньше в 1,94; 1,65 и 1,25 раза соответственно на почвенных горизонтах 0–10; 10–20 и 20–30 см. Максимальное воздействие на почву цинк оказывал при 10 ПДК. Активность почвы верхнего горизонта была меньше контроля в 2,23 раза, среднего – в 1,94 раза и нижнего – в 1,28 раза. Через 3 месяца протеолитическая активность почвы, при концентрации металла 1 ПДК, относительно контроля была меньше в 2,17 раза на верхнем почвенном горизонте, в 1,63 раза на среднем горизонте и всего на 0,2% – на нижнем. При более высоких концентрациях цинка максимальное ингибирующее действие отмечалось на верхнем почвенном горизонте. При 5 ПДК активность почвы была ниже контрольного показателя в 2,52 раза на горизонте 0–10 см, в 1,33 раза на горизонте 10–20 и на 0,1% больше на горизонте 20–30 см. При 10 ПДК протеолитическая активность почвы на нижнем горизонте была равна контролю, а на верхнем и среднем горизонтах уступала ему в 3,0 и 1,38 раза. Через 12 месяцев при концентрации цинка 1 ПДК протеолитическая активность почвы была меньше контроля на верхнем почвенном горизонте в 1,22 раза. На среднем и нижнем горизонте она незначительно уступала контролю. При концентрации металла 5 ПДК протеолитическая активность почвы на почвенном горизонте 0–10 см была меньше контроля в 1,22 раза, а на горизонтах 10–20 и 20–30 см она также незначительно уступала контрольному показателю. При концентрации 10 ПДК наблюдается еще некоторое понижение уровня протеолитической активности. Так, на горизонте 0–10 см она меньше контроля в 1,24 раза, а на следующих горизонтах – чуть ниже контроля.

Одним из важных факторов деятельности почвoroев является изменение твердости, плотности, аэрации и влажности почв. Изменение этих физических свойств способствует большей миграции ингредиентов загрязнения в более глубокие горизонты и меньшей доступности их вовлечения в биологический круговорот. Изменения параметров химических свойств, особенно усиления процесса биологической деструкции и связанного с ним роста такого важного показателя, как содержание гумуса, являются, в данном случае, часто определяющими в связывании металлов в неподвижные формы и, тем самым, недоступные для растительных сообществ. Одним из важных свойств роющей деятельности млекопитающих является вынос с более глубоких почвенных горизонтов на поверхность многих элементов и химических веществ, вступающих в сложные соединения, способные изменять степень доступности поллютантов для биологического круговорота [6].

Так, в местах пороев мышевидных грызунов в условиях загрязнения почвы цинком концентрации 1 ПДК значения активностей разных горизонтов различались в пределах нескольких процентов. Среднее значение активности (показатель активности почвы, зараженной цинком, но не нарушенной почвороем) на горизонте 0–30 см превышало соответствующий контрольный показатель в 2,12 раза. Для участков концентрации 5 и 10 ПДК характерно то, что второе по величине значение

активности после выброса было на почвенном горизонте 10–20 см. Средние же значения активности на горизонте 0–30 см превышали соответствующие контрольные показатели в 2,16 и 2,21 раза при 5 и 10 ПДК соответственно. Через 3 месяца на порое при концентрации металла 1 ПДК среднее значение активности на горизонте 0–30 см превышало контрольный показатель в 1,18 раза, при 5 ПДК – в 1,07 раза, при 10 ПДК – в 1,09 раза. Через 12 месяцев на участке с концентрацией металла 1 ПДК среднее значение активности на горизонте 0–30 см превышало контроль в 1,36 раза. При 5 и 10 ПДК среднее значение активности превышало контроль в 1,34 раза.

Таким образом, роющая деятельность мышевидных грызунов в условиях загрязнения почвы цинком способствует некоторому восстановлению протеолитической активности почв за счет вымывания металла в более глубокие горизонты, где он уже не вовлекается в биологический круговорот. Можно говорить, что в условиях техногенного загрязнения почв, роющая деятельность животных способствует улучшению условий существования растительных сообществ и, следовательно, увеличению продуктивности всей системы в целом.

Библиографические ссылки

1. **Ильин В. Б.** Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1991.
2. **Клевенская И. Л.** К вопросу о применении некоторых микробиологических тестов для оценки свойств почв // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М.: Наука, 1976. – С. 250–260.
3. **Клевенская И. Л.** Влияние тяжелых металлов (кадмий, цинк, свинец) на биологическую активность почв и процесс азотфиксации // Микробоценозы при антропогенном воздействии. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 73–94.
4. **Марискевич О. Г.** Ферментативная активность основных типов девственных почв северо-восточного склона Украинских Карпат // Пробл. землепользования на современном этапе перестройки: Материалы респ. науч. конф. – К., 1989. – С. 219–221.
5. **Мишустин Е. Н.** Прямой метод определения суммарной протеазной активности почв / Е. Н. Мишустин, Д. И. Никитин, И. С. Востров // Сборн. докладов *симпозиума по ферментам почвы. – Минск: Наука и техника, 1968. – С. 144–150.
6. **Пахомов А. Е.** Биогеоценозическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины. – Днепропетровск: ДГУ, 1998. – 2 кн.
7. **Стефурак В. П.** Ферментативна активність ґрунту як біоіндикатор аеротехногенного забруднення / В. П. Стефурак, В. М. Водославський // Науковий вісник Ужгородського нац. ун-ту. Серія Біологія. – № 9. – Ужгород, 2001. – С. 153–156.

Надійшло до редколегії 25.02.05